

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-29190

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月3日

(51) Int.Cl.⁸

B 2 5 J 18/06

A 6 1 M 25/01

識別記号

庁内整理番号

F I

B 2 5 J 18/06

A 6 1 M 25/00

技術表示箇所

3 0 9 B

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-181015

(22) 出願日 平成8年(1996) 7月10日

(71) 出願人 000003263

三菱電線工業株式会社

兵庫県尼崎市東向島西之町8番地

(72) 発明者 阿部 一博

兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線
工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 前田 重雄

兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線
工業株式会社伊丹製作所内

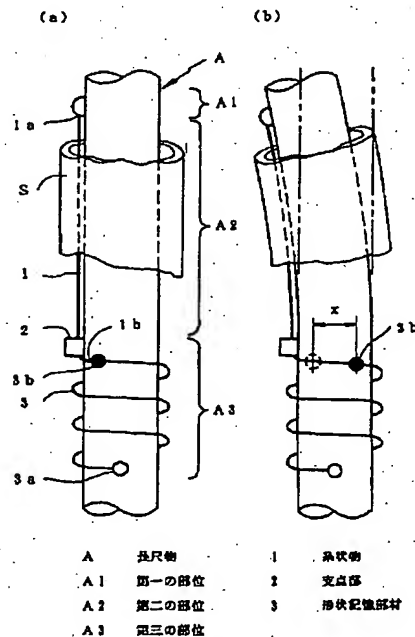
(74) 代理人 弁理士 高島 一

(54) 【発明の名称】 能動屈曲機構

(57) 【要約】

【課題】 長尺物の長手方向に対してより短く構成することが可能な能動屈曲機構を提供すること。

【解決手段】 長尺物Aに、糸状物1の一端が接続された第一の部位A1と、屈曲させるべき第二の部位A2と、前記糸状物1の他端を引っ張る引張り機構を有する第三の部位A3とを、長手方向に順に設ける。引張り機構は支点部2と形状記憶部材3を有する。形状記憶部材3は長尺物の外周を回る方向に変位し原形状への復帰動作を行ない得る。形状記憶部材と第一の部位とは糸状物によって連結されているが、糸状物は支点部において張りの方向が変えられており、形状記憶部材の変位が支点部において長手方向の変位に変換され、第一の部位を長手方向に引張り、第二の部位が屈曲する。この構造を用いて、コンパクトな構造を有する双方向の首振り機構が可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 糸状物の一端が接続された部分を有する第一の部位と、屈曲させるべき第二の部位と、前記糸状物の他端を引張ることができる引張り機構を有する第三の部位とが、長尺物の長手方向に順に設けられ、引張り機構は支点部と形状記憶部材とを有し、支点部は糸状物の張りの方向を変え得るものであり、形状記憶部材は自由端部を有するように長尺物に固定され、また、形状記憶部材は、自由端部が長尺物の外周を回る方向に移動するように原形状への復帰動作を行い得るものであり、

形状記憶部材が原形状への復帰動作を行う際に自由端部が支点部にて張りの方向を変えられた糸状物を引張り得るように、糸状物の他端が形状記憶部材の自由端部に接続された構造を有するものであることを特徴とする能動屈曲機構。

【請求項2】 第一の部位における糸状物の一端が接続される部分と、支点部とが、これらの間に張られる糸状物を長尺物の長手軸に平行とし得る位置に設けられたものである請求項1記載の能動屈曲機構。

【請求項3】 第一の部位に接続される糸状物の数が複数であって、各糸状物は第一の部位の外周面上において屈曲させるべき複数の方向に対応する位置に接続され、第三の部位には各糸状物に対応しそれらの数だけ引張り機構が設けられたものである請求項1記載の能動屈曲機構。

【請求項4】 引張り機構が支点部と2つの形状記憶部材とを有し、2つの形状記憶部材の各々の原形状への復帰動作の方向は互いに反対方向であり、また、2つの形状記憶部材は自由端部で互いに直接的にまたは間接的に連結されたものである請求項1記載の能動屈曲機構。

【請求項5】 第一の部位に接続される糸状物が2本であって、2本の糸状物は第一の部位の外周面上において互いに裏側の関係にある位置に接続され、引張り機構は2本の糸状物に対応する2つの支点部と2つの形状記憶部材とを有し、2つの形状記憶部材の各々の原形状への復帰動作の方向は互いに反対方向であり、また、2つの形状記憶部材は自由端部で互いに直接的にまたは間接的に連結され、一方の形状記憶部材が対応する各糸状物を引張るときには、他方の形状記憶部材に対応する糸状物が緩むように、2本の糸状物が対応する支点部にて張りの方向を変えられ各他端を形状記憶部材の自由端部に接続された構造を有するものであることを特徴とする請求項1記載の能動屈曲機構。

【請求項6】 形状記憶部材が、素線的一端を長尺物に固定され他端を自由端部として、該素線が長尺物の周囲を螺旋状に旋回するコイルバネの形状に形成された形状記憶合金である請求項1記載の能動屈曲機構。

【請求項7】 形状記憶部材が、加熱によって形状記憶効果を示す形状記憶合金であって、加熱が形状記憶合金

に沿って設けられた熱源または形状記憶合金自体に対する通電によってなされるものである請求項1記載の能動屈曲機構。

【請求項8】 屈曲させるべき第二の部位が、形状記憶部材の形状記憶効果が示されない条件下において、当該能動屈曲機構を屈曲状態からもとの状態に戻し得る復帰力を示す弾性を有するものである請求項1記載の能動屈曲機構。

【請求項9】 長尺物の第三の部位に、長尺物の外周囲を回り得るリングが可動用リングとしてさらに設けられ、糸状物の他端と形状記憶部材の自由端部との接続が、該可動用リングを介して成されるものである請求項1記載の能動屈曲機構。

【請求項10】 長尺物の第三の部位に、長尺物の外周囲を回り得るリングが可動用リングとしてさらに設けられ、2つの形状記憶部材の自由端部同士での連結、および、糸状物の他端と形状記憶部材の自由端部との接続が、該可動用リングを介して成されるものである請求項4または5記載の能動屈曲機構。

【請求項11】 長尺物の第三の部位に、長尺物の外周囲を回り得るリングが固定用リングとしてさらに設けられ、該固定用リングは長尺物の外周囲を回らないよう固定され得るものであり、長尺物に対する形状記憶部材の固定が、該固定用リングを介して成されるものである請求項1記載の能動屈曲機構。

【請求項12】 長尺物が、中空または中実の円柱状物である請求項1記載の能動屈曲機構。

【請求項13】 長尺物が、カテーテルの胴体部分に用いられる長尺の管状部材である請求項1記載の能動屈曲機構。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、長尺物の所定部位における屈曲状態を自在に操作可能な能動屈曲機構に関する。

【0002】

【従来の技術】生体内や設備内の細部、屈曲した配管の奥深くに挿入され、その先端側に付与された種々の機能を手元側で操作することが可能な長尺状の機器が知られている。例えば、カテーテルやマニピュレーターなどがそれである。このような長尺状の機器に対して、先端部や中間部の屈曲状態を自在に操作できるような機構（以下、「能動屈曲機構」という）を付与することが求められている。

【0003】上記の要求に応えるものとして、図8に示すような、形状記憶合金の伸縮を利用し長尺物を屈曲させる機構のものが知られている。その構造は、図8(a)に示すように、長尺物Bに対して、糸状物21の一端が接続された部分を有する第一の部位B1と、屈曲させるべき第二の部位B2と、形状記憶合金が取付けら

れた第3の部位B3とが長手方向に順に設けられたものである。形状記憶部材には糸状物2.1の他端が接続されている。また形状記憶部材は、図8(b)に示すように、形状記憶効果によって長手方向に収縮し得るものである。この形状記憶部材が長手方向にxだけ収縮することによって、糸状物2.1がその分だけ引張られ、第二の部位B2が屈曲するという構造である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、このような能動屈曲機構では、糸状物を引張るために形状記憶合金のストローク動作が長手方向に必須であるため、機構全体を短くしようとしても、その必要なストロークの長さの分だけは省略することはできない。従って、長尺物における機構の部分が長くなり、曲がりくねった管内などに挿入するには不都合であった。また、多方向に首振り動作をさせようとしても、その方向の数の分だけ機構部分の長さに加えてストロークの長さがさらに追加されて長大化するので、多方向化が困難となり、通常は一方しか行えないものであった。

【0005】本発明の課題は、長尺物の長手方向に対しより短く構成することが可能な能動屈曲機構を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の能動屈曲機構は、以下の特徴を有するものである。

(1) 糸状物の一端が接続された部分を有する第一の部位と、屈曲させるべき第二の部位と、前記糸状物の他端を引張ることができる引張り機構を有する第三の部位とが、長尺物の長手方向に順に設けられ、引張り機構は支点部と形状記憶部材とを有し、支点部は糸状物の張りの方向を変え得るものであり、形状記憶部材は自由端部を有するように長尺物に固定され、また、形状記憶部材は、自由端部が長尺物の外周を回る方向に移動するように原形状への復帰動作を行い得るものであり、形状記憶部材が原形状への復帰動作を行う際に自由端部が支点部にて張りの方向を変えられた糸状物を引張り得るように、糸状物の他端が形状記憶部材の自由端部に接続された構造を有するものであることを特徴とする能動屈曲機構。

【0007】(2) 第一の部位における糸状物の一端が接続される部分と、支点部とが、これらの間に張られる糸状物を長尺物の長手軸に平行とし得る位置に設けられたものである上記(1)記載の能動屈曲機構。

【0008】(3) 第一の部位に接続される糸状物の数が複数であって、各糸状物は第一の部位の外周面上において屈曲させるべき複数の方向に対応する位置に接続され、第三の部位には各糸状物に対応しそれらの数だけ引張り機構が設けられたものである上記(1)記載の能動屈曲機構。

【0009】(4) 引張り機構が支点部と2つの形状記

憶部材とを有し、2つの形状記憶部材の各々の原形状への復帰動作の方向は互いに反対方向であり、また、2つの形状記憶部材は自由端部で互いに直接的にまたは間接的に連結されたものである上記(1)記載の能動屈曲機構。

【0010】(5) 第一の部位に接続される糸状物が2本であって、2本の糸状物は第一の部位の外周面上において互いに裏側の関係にある位置に接続され、引張り機構は2本の糸状物に対応する2つの支点部と2つの形状記憶部材とを有し、2つの形状記憶部材の各々の原形状への復帰動作の方向は互いに反対方向であり、また、2つの形状記憶部材は自由端部で互いに直接的にまたは間接的に連結され、一方の形状記憶部材が対応する各糸状物を引張るときには、他方の形状記憶部材に対応する糸状物が緩むように、2本の糸状物が対応する支点部にて張りの方向を変えられ各他端を形状記憶部材の自由端部に接続された構造を有するものであることを特徴とする上記(1)記載の能動屈曲機構。

【0011】(6) 形状記憶部材が、素線的一端を長尺物に固定され他端を自由端部として、該素線が長尺物の周囲を螺旋状に旋回するコイルバネの形状に形成された形状記憶合金である上記(1)記載の能動屈曲機構。

【0012】(7) 形状記憶部材が、加熱によって形状記憶効果を示す形状記憶合金であって、加熱が形状記憶合金に沿って設けられた熱源または形状記憶合金自体に対する通電によってなされるものである上記(1)記載の能動屈曲機構。

【0013】(8) 屈曲させるべき第二の部位が、形状記憶部材の形状記憶効果が示されない条件下において、当該能動屈曲機構を屈曲状態からもとの状態に戻し得る復帰力を示す弾性を有するものである上記(1)記載の能動屈曲機構。

【0014】(9) 長尺物の第三の部位に、長尺物の外周囲を回り得るリングが可動用リングとしてさらに設けられ、糸状物の他端と形状記憶部材の自由端部との接続が、該可動用リングを介して成されるものである上記(1)記載の能動屈曲機構。

【0015】(10) 長尺物の第三の部位に、長尺物の外周囲を回り得るリングが可動用リングとしてさらに設けられ、2つの形状記憶部材の自由端部同士での連結、および、糸状物の他端と形状記憶部材の自由端部との接続が、該可動用リングを介して成されるものである上記(4)または(5)記載の能動屈曲機構。

【0016】(11) 長尺物の第三の部位に、長尺物の外周囲を回り得るリングが固定用リングとしてさらに設けられ、該固定用リングは長尺物の外周囲を回らないよう固定され得るものであり、長尺物に対する形状記憶部材の固定が、該固定用リングを介して成されるものである上記(1)記載の能動屈曲機構。

【0017】(12) 長尺物が、中空または中実の円柱

状物である上記(1)記載の能動屈曲機構。

【0018】(13)長尺物が、カテーテルの胴体部分に用いられる長尺の管状部材である上記(1)記載の能動屈曲機構。

【0019】

【作用】本発明の能動屈曲機構では、形状記憶部材が長尺物の外周を回る方向に変位し原形状への復帰動作を行なう。この形状記憶部材と第一の部位とを連絡するように糸状物が張られているが、この糸状物は支点部において張りの方向が変えられており、形状記憶部材による長尺物の外周を回る方向の変位が、支点部において長手方向の変位に変換されて、第一の部位を長手方向に引張ることができる。この構成によって第二の部位が屈曲し、一方向へ能動屈曲機構が得られる。この機構を、1つの屈曲させるべき部位に対して所望の屈曲方向の数だけ複数重ねて設けることによって、複数方向に屈曲し得る能動屈曲機構が得られる。

【0020】また、上記(4)に記載のように、互いに反対方向に復帰動作をおこなう2つの形状記憶部材を連結し、2本の糸状物を支点部に対して異なる方向に引っ掛けることによって、コンパクトな構造で、双方向の首振り動作が可能となる。

【0021】本発明でいう、「長尺物の外周を回る」とは、長尺物の長手軸に垂直な平面上での動作だけではなく、支点部において張りの方向が変換されるならば、長尺物の長手軸方向に対して任意の角度をなして外周を回る動作であってもよい。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳細に説明する。図1は、本発明の能動屈曲機構の基本的な構造を示す模式図である。同図(a)に示すように、糸状物1の一端1aが接続された部分を有する第一の部位A1と、屈曲させるべき第二の部位A2と、前記糸状物の他端1bを引張ることができる引張り機構を有する第三の部位A3とが、長尺物Aに対して長手方向に順に設けられている。引張り機構は支点部2と形状記憶部材3とによって糸状物を引張るものであり、糸状物は支点部に掛けられて張りの方向が変えられている。Sは長尺物の外側に被覆として設けられるチューブである。

【0023】形状記憶部材3は自由端部3bを有するように固定端部3aにおいて長尺物に固定されている。また、形状記憶部材は、形状記憶効果を示し原形状への復帰動作を行う際には、自由端部3bが長尺物の外周を回る方向に移動し得るものである。

【0024】支点部によって糸状物の張りの方向を変える場合、支点部を単純な突起として説明すると、図2に糸状物を太線と破線とで示すように、糸状物の掛け方は2種類あり、糸状物の張りの方向は、長尺物の外周を回る方向に関して互いに逆の方向に変換される。本発明では、形状記憶部材が原形状への復帰動作を行う際に、自

由端部が糸状物を引張り得る方の側に糸状物を支点部に掛ける。例えば、図2において、形状記憶部材の自由端部の復帰動作を矢印の方向であるとするならば、太線で示した糸状物のように、第一の部位から来た糸状物が形状記憶部材の復帰方向に向かうように支点部にて張りの方向を変換する。

【0025】このような機構とすることによって、図1(b)に示すように、形状記憶部材の自由端部3bがxだけ長尺物の外周を回る方向に移動することによって、糸状物1がその分だけ引張られ、第二の部位A2が屈曲する。従って、糸状物を引張るための長手方向のストロークを殆ど無くすることも可能となる。

【0026】長尺物は、どのような断面形状の柱状物であってもよいが、屈曲に方向性がないという点からは円柱状物が好ましい。また、内部は中空・中実のいずれであってもよい。本発明の能動屈曲機構は、カテーテルやマニピュレーターなど、生体内や設備内の細部、屈曲した配管の奥深くに挿入される器具に付与されることによって特に有用となる。従って、長尺物の一例としては、カテーテルの胴体部分に用いられる長尺の管状部材が挙げられる。そのような場合には、長尺物の外径は、 $\phi 0.5\text{mm}$ ～ $\phi 10\text{mm}$ 程度となる。

【0027】屈曲させるべき第二の部位は、長尺物の任意の箇所に、任意の長さをもって設けられる。上記のように、長尺物がカテーテルの胴体部分に用いられる長尺の管状部材である場合には、屈曲させるべき第二の部位の長さは10mm～50mm程度が好ましい長さとなる。また、より緩やかな曲率をもってより長い距離の弧を描くように屈曲させたい場合は、そのように第二の部位の長さを選択し、また、形状記憶部材の変位量を選択すればよい。

【0028】屈曲させるべき第二の部位は、繰り返しの首振り動作を行なうには適当な大きさの復帰力を示す弾性、即ち、適当な曲げ剛性を有するように形成することが好ましい。第二の部位の復帰力としては、特に、形状記憶部材の形状記憶効果が示される条件下においては形状記憶部材の復帰力に屈し、形状記憶効果が示されない条件下においては、当該能動屈曲機構を屈曲状態からもとの状態に戻し得る程度の力であることが好ましい。

【0029】第一の部位における糸状物の一端が接続される部分は、長尺物の外周において意図する屈曲の内側の位置に設けられるが、第一の部位自体が長尺物の端部である場合には、糸状物の一端が接続される部分は、第一の部位の端面に設けられてもよい。また、糸状物の一端が接続される部分は、第二の部位に対して隣接する位置であっても、剛性の高い区間を間に挟んで離れた位置にあってもよい。

【0030】糸状物の一端と長尺物との接続は、直接的な接続・間接的な接続のいずれであってもよく、ボルトなど固定用の機械要素を用いて固定された接続、互いに

溶着し固定された接続、リンク状の結合による接続、種々の連結部品を介して連結された接続などが挙げられる。特に糸状物にステンレス製のワイヤを用い、レーザ溶接にて接続する方法は、容易でかつ高い接合強度が得られるので好ましい。

【0031】糸状物は、弾性伸びが少なく引張り機構による引張り量を適正に他端側に伝え、屈曲させるために必要な張力に耐え得るものであればよいが、スペースの点からは細くて強いものが好ましく、また、クリープの少ないもの、使用目的の環境に対して耐食性を有するものがより好ましい。このような糸状物としては、ステンレス、タングステンなどの金属製の極細線などが好ましいものとして挙げられる。また、糸状物の構造は、単糸であっても複数の素線が集合してなるものであってもよい。

【0032】支点部は、上記のように糸状物の張りの方向を変え得るものであれば態様を問わない。例えば、図1に示すような単純な突起体や、図3(a)に示すように、掛けられた糸状物が容易に外れないような頭部を有するキノコ型の小片、図3(b)に示すように、貫通孔2aを有しこれに糸状物を通して用いる態様、その他、鉤状物や、長尺物から突起させない態様などが挙げられる。上記図3(b)の態様では糸状物は支点部から全く外れることができないが、これら支点部の種々の態様や性質を用途や糸状物の張り方に応じて選択すればよい。

【0033】支点部と糸状物との摩擦はより小さいことが好ましく、両者の表面状態をより鏡面に近づける態様や、種々の潤滑手段を用いた態様、さらには、支点部を滑車として機能するよう形成する態様としてもよい。

【0034】支点部の位置は、「第一の部位における糸状物の一端が接続される部分」に対応して決定し、これらの間に張られる糸状物を長尺物の長手軸に平行とし得る位置に設けることが好ましい。

【0035】形状記憶部材は、自由端部が長尺物の外周を回る方向に移動するように原形状への復帰動作を行い得るものであればよい。本発明では、当該能動屈曲機構が製造された際に、形状記憶部材がすでに変形されて能動屈曲機構の製品とされ形状記憶効果が発現する条件が与えられればいつでも原形状に復帰動作を行い得るものであってもよく、また、形状記憶部材が原形状のままでも能動屈曲機構の製品とされ使用に臨んで原形状から変形されて原形状に復帰動作を行い得るものであってもよい。

【0036】形状記憶部材は、上記形状記憶効果を示すものならば、形状記憶合金であっても形状記憶ポリマーであってもよいが、加熱によって形状記憶効果を示すものが好ましい。また、形状記憶部材自体への通電による加熱が可能な点や、発生力が大きい点からは、形状記憶合金が特に好ましい。

【0037】形状記憶合金としては、Ti-Ni系、銅

系、ステンレス系のものが好ましく、Ti-Ni系合金、Ti-Ni-Cu系合金、Ti-Ni-Fe系合金、Ni-Al系合金、Ag-Cd系合金、Au-Cd系合金、Cu-Al-Ni系合金、Cu-Zn-Al系合金、In-Tl系合金、In-Cd系合金などが挙げられる。一般的には、強度、耐食性、信頼性の点ではTi-Ni系のものが優れており、加工性や経済性の点では銅系のものが優れている。

【0038】形状記憶部材の態様は限定されず、上記のように、形状記憶効果を示す際に、長尺物の外周を回る方向に移動する自由端部を有する態様であればどのようなものでもよい。ここでいう自由端部とは、末端だけを意味するのではなく、長尺物に固定された固定端に対して変位可能な部分全てを含むものであるが、通常、固定端に対して最大の変位を得るためには、末端部を糸状物との接続に利用することが特に好ましい。

【0039】形状記憶部材の態様のなかでも、図1に示すように、長尺物の長手軸を中心に長尺物の周囲を螺旋状に旋回するコイルバネの形状とする態様（以下「形状記憶コイル」）が好ましい。このような場合、素線的一端を長尺物に固定し、素線他端を自由端部として用いる態様が好ましい。形状記憶部材を上記コイルバネの形状とする態様は、構造が簡単であり、長尺物に対するセットも容易であり、また、大きな変位量が得られる。

【0040】形状記憶コイルは自由端部が長尺物の周囲を回る方向に移動するように振じって変形させるものであるため、コイルの内径寸法が変動する。従って、形状記憶コイルは、長尺物に密着して巻きつけるよりも、内径寸法の変動を許容し得るように長尺物との間に適当な間隙を設けるのが好ましい。例えば、長尺物を外径φ1mm程度の円柱状物とする場合、コイル仕様としては、形状記憶部材の材料や、第二の部位を屈曲させるのに必要な力にもよるが、素線径φ0.1mm～φ0.3mm程度、コイル内径φ1.1mm～φ1.2mm程度、巻き数20回～40回程度のものが挙げられる。また、これらのコイル仕様以外であっても、第二の部位を屈曲させ得る復帰力を示すものであればよい。

【0041】形状記憶コイルの原形状への復帰動作を、長尺物にコイルがより巻きつく方向に用いるか、逆にコイルがゆるむ方向に用いるかは限定されず、目的に応じて選択すればよい。

【0042】形状記憶コイルは、使用時における外部の温度変化によっても動作することが可能であるが、形状記憶効果を発現させるための加熱手段を設けることが好ましい態様である。加熱手段は限定されないが、外径が大きくなりやすいものが好ましく、例えば、①2条コイルのように形状記憶コイルの素線に沿って設けられる線状の熱源、または②形状記憶合金自体に対する通電などが挙げられる。

【0043】上記①の形状記憶コイルに沿って設けられ

る熱源としては、発熱体であっても発熱能力のない熱伝導体であってもよい。発熱体としては、電気エネルギーによって発熱するヒータや、温度降下する素子が制御性の点で好適である。熱伝導体としては、熱伝導性の良好な銀、銅、アルミニウム、鉄、タングステン、ステンレス鋼等の金属線が好ましい。熱伝導体は、加熱手段や冷却手段に接続されることで、加熱・冷却の両方に用いられる。また、カテーテル等への応用において、先端部分だけに当該能動屈曲機構が設けられる場合、形状記憶コイルに沿って熱伝導体を設け、手元側の端部から熱伝導体までは光ファイバを敷設し、該光ファイバを用いてレーザ光を熱伝導体に照射し形状記憶コイルを加熱する方法が挙げられる。

【0044】糸状物の他端と形状記憶部材の自由端部との接続は、上記において、第一の部位における糸状物の一端と長尺物との接続状態について述べたものと同様の態様が挙げられ、限定されない。また、糸状物が、第一の部位から支点部を経て張りの方向を変えられたあと、どれほど延長され、どの位置において形状記憶部材の自由端部と接続されるかは任意であるが、糸状物の弾性や長尺物との摩擦の点から、延長は短いほうが好ましい。

【0045】糸状物の他端と形状記憶部材の自由端部との好ましい接続の態様としては、図4(a)に示すように、長尺物の第三の部位に、長尺物の外周囲を回り得るリングを可動用リング4としてさらに設け、糸状物1の他端1bと、形状記憶部材3の自由端部3bとを、可動用リング4を介して接続する態様が挙げられる。このとき、糸状物の張りの方向を、支点部2において直角に変換するために、図4(b)に示すような、支点部の部分を逃がすように適宜切り欠いた可動用リング4としてもよく、また、支点部を可動用リング表面上に重なるように張り出した態様としてもよい。

【0046】長尺物に対する形状記憶部材の固定も、第一の部位における糸状物の一端と長尺物との接続状態について述べたと同様の態様が挙げられ限定されず、また上記自由端部と糸状物との接続と同様、リングを介して接続する態様が好ましい。即ち、図5に示すように、長尺物の第三の部位に、長尺物の外周囲を回ることができ、また、使用時には外周囲を回らないよう固定され得るリングを固定用リング5とし、長尺物と形状記憶部材との固定に介在させる態様である。固定用リングを長尺物の外周囲を回らないように固定する構造としては、ホロセットねじなどをを用いたねじ止めや、ノックピンを用いた位置決めなどの固定方法が挙げられる。このような態様によって、形状記憶部材を握って変形させセットすることが容易にできるようになる。

【0047】次に、本発明の能動屈曲機構における複数の方向への屈曲動作が可能な態様について説明する。ここでは、形状記憶部材を形状記憶コイルとした例をもって説明する。屈曲させるべき第二の部位を、任意の複数

の方向へ屈曲させるための基本的な構造としては、第二の部位に対して、糸状物と引張り機構の組を屈曲させるべき方向の数だけ設ける態様となるが、各組の構成部品をどの程度共有させるかは自由に設計してよい。

【0048】図6は、複数の方向へ屈曲させるための構造の一例を示す模式図であって、3方向への屈曲の場合を示したものである。同図のように、第二の部位A2を共通として、3本の糸状物11、12、13が第一の部位の外周面上において屈曲させるべき複数の方向に対応する位置に張られている。第三の部位には各糸状物に対応しそれらの数だけ引張り機構が設けられている。即ち、引張り機構(支点部、形状記憶コイル)=(21、31)、(22、32)、(23、33)の3組が設けられている。これらは、各糸状物を個別に引張るよう動作する。このような態様によって、3方向だけでなく、各方向の組み合わせの合成によって任意の方向への屈曲が可能となる。

【0049】図7は、複数の方向へ屈曲させる構造の中でも有用な、双方向への首振り動作が可能な態様の好ましい例を示す模式図である。同図のように、第一の部位には、2本の糸状物11、12が接続されている。これら糸状物は双方向の首振り動作が可能なように長尺物の周囲に対して互いに真側の関係にある位置に、かつ、屈曲すべき方向に対して各々湾曲の内側となる位置に接続されている。この糸状物11、12に対応して、引張り機構は、2つの支点部21、22と、2つの形状記憶コイル31、32とを有する。

【0050】図7の例では、2つの形状記憶コイル31、32は自由端部で互いに接続され、各々の原形状への復帰動作の方向が互いに反対方向となっている。また、図6の例とは異なり、2つの支点部が第一の部位から同じ距離に設けられ、糸状物の長さは互いに同じとなっている。また、2つの形状記憶コイル31、32は、長尺物の長手方向に隣合って設けられ、各々の自由端部は、2つの形状記憶コイルが互いに隣合う側に設けられて、互いに接続されている。

【0051】このように、2つの形状記憶部材(特に形状記憶コイル)の各々の原形状への復帰動作の方向を互いに反対方向とし、各々の自由端部を互いに接続することによって、2つの形状記憶部材が共に形状記憶効果を発現しない状態においては、互いに拮抗して安定し釣り合い状態が維持される。このため、通常時には糸状物に力が加わり難く、第2の部位の座屈などを防止することができる。また、これら2つの形状記憶部材のうちの一方を形状記憶部材とせず一般の材料を用いて1方向への屈曲構造とする場合であっても、形状記憶効果を発現しない状態においては、前記と同様の作用が得られると同時に、屈曲動作後、他方の弾性復帰力によって元の状態へより早く戻すことができ、応答性が良くなる。

【0052】図7の態様では、支点部に対する糸状物の

掛け方、即ち、支点部における張りの変換方向が互いに逆になっており、支点部から形状記憶コイルに至る糸状物の方向が長尺物の外周を互いに反対に回る方向となっていることが重要な特徴である。このような態様によって、形状記憶コイルの自由端部が互いに接続された構成でありながら、一方の形状記憶コイル31が対応する糸状物11を引張るときには、他方の形状記憶コイル32に対応する糸状物12がその分だけ緩むことが可能となる。これによって、図7に示すように、2組の引張り機構が1つの可動リング4を共有することも可能となり、双方向の首振り機構としてより省スペース化が可能となる。図7の例では、2つの形状記憶コイル31、32同士の自由端部での接続、および、糸状物の他端と形状記憶コイルの自由端部との接続は、1つの可動リング4において行ない、各形状記憶コイル31、32の長尺物に対する固定は、固定用リング51、52を介して行なっている。

【0053】本発明の能動屈曲機構を、長尺物の長手方向全長における任意の部位に任意の数だけ配置することによって、マニピュレータのように自由度の高い屈曲アームを得ることができる。また、本発明の能動屈曲機構を屈曲の関節として用い、長尺物に限らず所望の形状の物体同士を連結してもよい。

【0054】

【実施例】以下、実施例を挙げて本発明を具体的に示す。本実施例では、図7に示す態様の能動屈曲機構を実際に製造した。各部の仕様は以下の通りである。

【0055】(a) 長尺物

長尺物Aを、カテーテルの胴体部分を構成する管状部材とした。この管状部材は、外径φ0.85mm、内径φ0.68mmであって、管内に外径φ0.38mmのファイバースコープFを有し、能動屈曲機構による屈曲に対しては弾性が失われず、曲げ剛性 $2.5 \times 10^{-5} \text{ Nmm}^2$ を有するものである。この長尺物の先端部に能動屈曲機構を設けるものとし、先端側から順に第一の部位A1、第二の部位A2、第三の部位A3とした。第二の部位A2の区間長さは30mmとした。

【0056】(b) 糸状物

2本の糸状物は、共にステンレスからなる太さ0.1mmの単線糸であって、第一の部位A1に対して互いに裏側の関係にある位置に接続した。糸状物の一端と第一の部位A1、および糸状物の他端と可動リング4とは、共にYAGレーザ装置を用い、レーザ溶接によって接続した。

【0057】(c) 支点部

2つの支点部は、第二の部位を越えて張られる糸状物が長手軸と平行になるように、糸状物の一端と第一の部位A1との接続位置に対応させた。支点部の形状は直径φ0.5mmの円柱状の突起とした。

【0058】(d) 形状記憶コイル

形状記憶コイル31、32のコイル仕様は、共に素線材料TiNi合金、素線径φ0.3mm、コイル外径φ1.6mm、巻数20回である。この形状記憶コイルを室温にて180度握じって変形させ、加熱し形状記憶効果を発現させた場合での原形状への復帰力は5Nであった。この形状記憶コイルを原形状から変形させて動作可能にセットするために、2つの固定用リングを長尺物に対して回転可能に開放し、互いに反対方向に180度ずつ回転させて、形状記憶コイルを握じって変形させた。その後、各固定用リングを長尺物にねじ止め固定し、セットを完了した。

【0059】(e) その他付帯部分

形状記憶コイルに対する加熱手段としては、形状記憶コイル自体に対する通電加熱とした。能動屈曲機構の組み立て調整を完了した後、全体をさらにシリコンチューブ（外径φ2.0mm、内径φ1.8mm）によって被覆し、双方向の能動屈曲が可能なカテーテルを得た。

【0060】〔動作確認〕本実施例で得られた能動屈曲機構に対して、2つの形状記憶コイルを交互に加熱し、原形状への復帰動作を交互に行わせたところ、長尺物の第二の部位自体の復帰力と、2つの形状記憶コイルの復帰力とによって、直線状での安定状態と、この状態を中心として双方向に約60度屈曲した状態での2つの安定状態とを得ることができ、良好な2方向首振り動作が得られることがわかった。

【0061】

【発明の効果】本発明の能動屈曲機構では、糸状物を引張るための形状記憶合金のストローク動作が、長手方向については原理的には必要としない構造であるために、従来の構造において必須であったストロークの長さの分が省略でき、機構全体をより短く構成できるようになった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の能動屈曲機構の基本的な構造を示す模式図である。

【図2】本発明の能動屈曲機構において、支点部によって糸状物の張りの方向が変えられる状態を説明する図である。

【図3】本発明の能動屈曲機構における支点部の態様を例示する図である。

【図4】本発明の能動屈曲機構において、糸状物の他端と形状記憶部材の自由端部との好ましい接続の態様を例示する図である。

【図5】本発明の能動屈曲機構において、長尺物に対する形状記憶部材の固定の好ましい態様を例示する図である。

【図6】本発明の能動屈曲機構において、複数の方向へ屈曲させるための構造の一例を示す模式図である。

【図7】本発明の能動屈曲機構において、双方向への首振り動作が可能な態様の好ましい例を示す模式図であ

る。

【図8】従来における、形状記憶合金の伸縮を利用し長尺物を屈曲させる機構の一例を示す模式図である。

【符号の説明】

A 長尺物

A1 第一の部位

A2 第二の部位

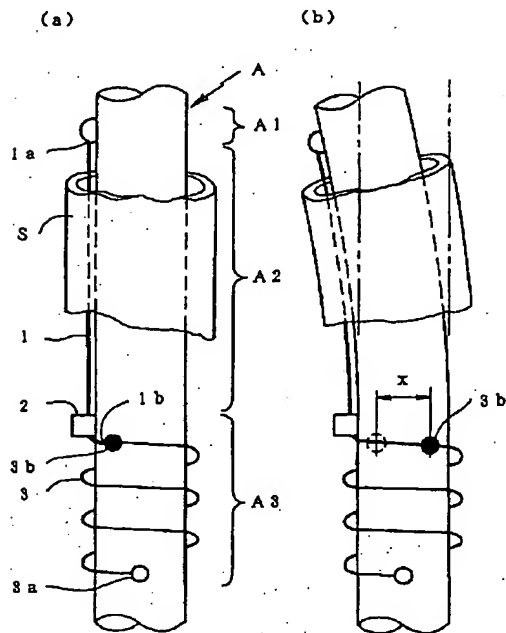
A3 第三の部位

1 糸状物

2 支点部

3 形状記憶部材

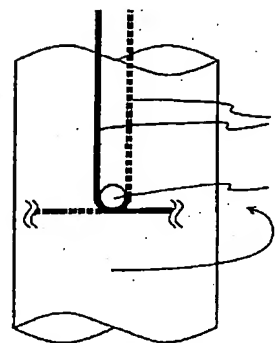
【図1】



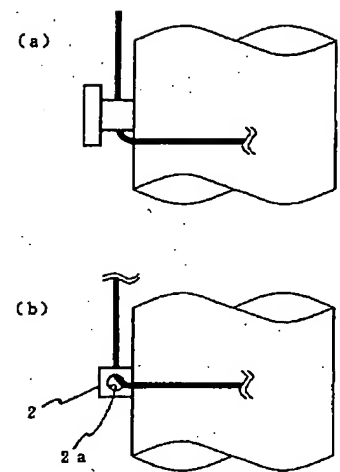
A 長尺物
A1 第一の部位
A2 第二の部位
A3 第三の部位

1 糸状物
2 支点部
3 形状記憶部材

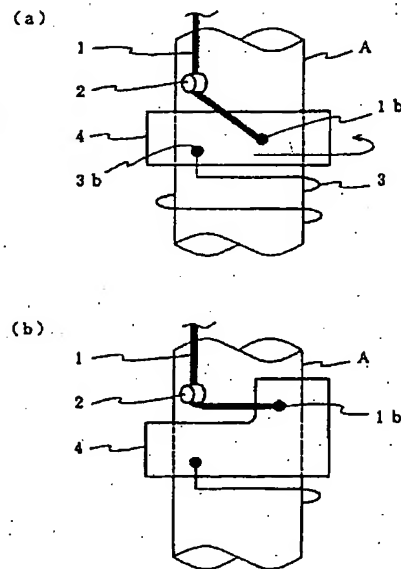
【図2】



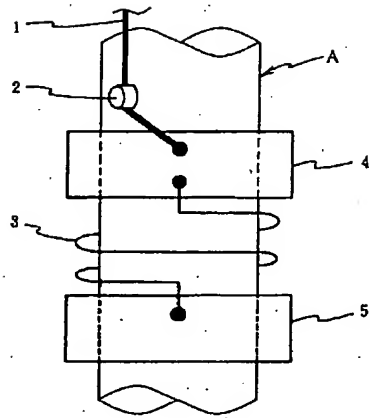
【図3】



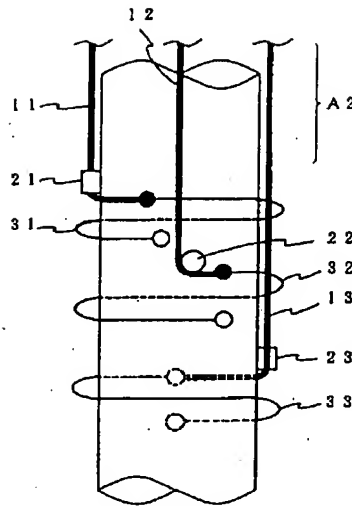
【図4】



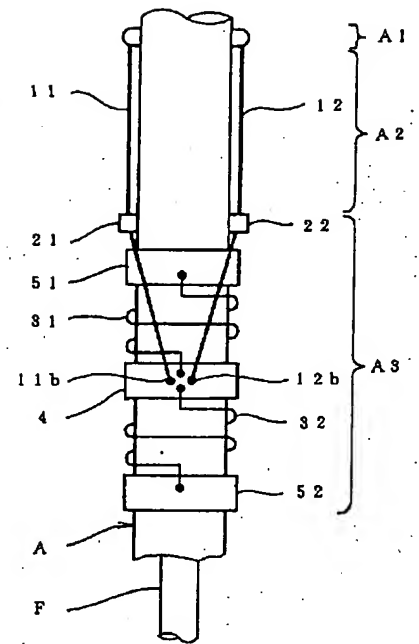
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

(a)

(b)

